

ZÁRÓJELENTÉSE

TÉMAVEZETŐ: CSÉPE VALÉRIA

RÉSZLETES BESZÁMOLÓ

„A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben Alcím: pszichológiai alapok”

The study of recursion in language: psychological foundations

című projekt eredményeiről

„A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben” témában végzett kutatásaink kezdetekor csupán néhány olyan elméleti tanulmányra és a nyelvészetben szokásos módszerrel végzett, ugyancsak csekély számú empirikus vizsgálatra támaszkodhattunk, amely arra utalt, hogy az a nyelvészetben széles körben elterjedt nézet, miszerint a prozódiaiban nincs rekurzió, további bizonyítást igényel. Érdeklődésünk középpontjában a beszéd percepciójának és produkciójának azon kérdései álltak, amelyek a prozódia pszichológiai realitását érintik, azaz azt, hogy vannak-e a prozódiaiban olyan rekurzív elemei, amelyek szabályként működnek, s a prozódia absztrakt reprezentációjának összetevői. A nyelvészeti kutatások áttekintése során csupán támpontokat nyertünk arra vonatkozóan, hogy melyek a prozódiai rekurzióhoz azok a lehetséges összetevői, amelyek a nyelvi feldolgozásban automatizáltak, a feldolgozást erőfeszítés nélkül olyan akusztikus kulcsokkal és szabályokkal támogatja, amely az előbeszéd értelmezésében támpontot jelent. Feltételeztük, hogy a prozódiai rekurzió lehetőségét is elvető, erősen ható nyelvészeti elméletek egy multidiszciplináris eszköztár segítségével cáfolható, s ha igen az ennek a nyelvfejlődésben betöltött szerepe is vizsgálhatóvá válik majd.

A projekt munkáinak tervezésekor azokból a szakirodalmi adatokból indultunk ki, amelyek szerint a prozódiai határok feldolgozása a beszédben az adott nyelvre jellemző akusztikus kulcsokra támaszkodik, az írásban pedig a határok jelzésére használt központosítási jelekre. A vizsgálatok kiindulópontjául szolgáló nemzetközi közlések száma a pályázat időtartama alatt alig változott. A vizuálisan jelzett prozódiai határok vizsgálata negatív eredménnyel zárult, s ennek közlésére jelenleg nincs esély. A beszéd prozódiai határainak vizsgálatára kidolgozott paradigma

eredményeként sikerült olyan eredményeket elérni, amelyek megerősítik, sőt meghaladják a pályázat elején megfogalmazott alapkutatási hipotéziseinket. A pályázat futamidejének meghosszabbítása lehetővé tette, hogy a folyamatosan változó hallgatói részvétel ellenére a tervezett feladatokat elvégezzük. A kutatás eredményeit közlő cikkek, tanulmányok, valamint a projekt eredményeit összefogóan bemutató tanulmánykötet (Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés, Tinta Kiadó, megjelenés alatt) mellett számos műhelymunka és szakdolgozat jelzi a hallgatók aktív részvételének eredményeit.

Hauser, Chomsky és Fitch (2002) tanulmányára munkáink kezdetekor elméleti keretként és empirikus kiindulásként hivatkoztunk, a pályázati munka végén viszont ez a publikáció sokkal inkább apropója, mint vonatkoztatási kerete az empirikus adatokra épülő új prozódia modellünknek. A neves szerzők sokszor idézett Science cikkükben nem kevesebbet állítanak, mint azt, hogy akkor rekurzív egy jelenség, ha az jellemzi, hogy véges számú elemből végtelen számú variációt hozunk létre. Már kutatásaink megtervezésekor is egyetértettünk azzal a megállapítással, hogy a rekurziós képesség nem nyelv-specifikus, sőt olyan a kognitív működésekre jellemző terület-általános és –specifikus folyamatok interakciói jellemzik, amelyek modalitás-függetlenek. A szerzők és nagy többségben lévő követők is úgy vélik, hogy számos kognitív folyamatra jellemző a rekurzió (számokkal kapcsolatos műveletek), ám a prozódiaira ez nem lehet érvényes, hiszen csak véges számú lehet a rekurziók száma. Bánréti Zoltán és munkacsoportjának a konzorciális pályázatban végzett kutatásai azt mutatják, hogy a szintaxis szintjén elvileg végtelen a rekurzió – jóllehet ez elméleti és nem a beszédben és írásban használható végtelen mélység – a nyelvi megvalósulásban ennek korlátai vannak. Ebben tehát a szintaktika nem különbözik a prozodiától. Ugyanakkor érdemes azt a kérdést is feltennünk, hogy a szintaxisnak számos idegtudományi vizsgálatban kimutatott eredményei magyarázzák-e a szintaktikai rekurzió korlátozódását az agyi funkciók jelentős változásával járó esetekben. Úgy tűnik igen, hiszen ezek korlátozódása az agrammatikus Broca afáziásokat kiemelten jellemzi.

A pszichológiai és idegtudományi megközelítés új, a pszichológiában és a nyelvészetben is elterjedten használt módszernél (pl. jelölőktől származó adatok) megbízhatóbb, stabilabban interpretálható eredményeket, s egyben meglepő, a pályázat megtervezésekor nem várt eredményeket hozott. Jelen beszámolóban az eredeti kutatási tervre támaszkodva, ám attól részben eltérő, a vizsgált jelenségeket jobban és átfogóbban jelölő címekhez kötve mutatjuk be a kutatások interdiszciplináris alapjait, valamint a prozódiai rekurzió kurrens elméleteinek, a módszereknek, s a kapott empirikus adatoknak az illesztésére tett próbálkozásaink eredményeit. Lényeges kiindulópontunk az volt, hogy a feltételezett modalitás-specifikus és absztrakt mintázatok viszonya a viselkedéses és elektrofiziológiai módszerek kombinációjával, illetve egymásra építésével

követhető a legjobban. Ezek eredményeit értékelve törekedtünk a nyelvészeti, pszichológiai és idegtudományi megközelítés szintézisére, azaz annak megragadására, hogy mi a rekurzió szerepe a nyelvben, valamint a vizuális jelekkel kiváltott verbális és nem-verbális csoportosításban. Az építkező szerkezetben elvégzett kutatásokra egy interdiszciplináris elméleti és módszertani alapozást követően került sor, s a kísérletek eredményeinek folyamatos konzorciális értékelését követően került sor a következő empirikus munkák megkezdésére. A hipotézisek felépülése, az empirikus kutatások kialakítása és az eredmények bemutatása is ezt a szerkezetet követi.

A tematikus alappillérek:

- A magyar beágyazott mondatok prozódiaja – a produkcióban használt, és az észlelésben kulcsként működő akusztikus jegyek rendszere
- A beszédben jelölt prozódiai határok elektrofiziológiai mutatói
- Az intonáció sértésének hatása a mondatfeldolgozásra – elektrofiziológiai mutatók
- Az absztrakt prozódiai reprezentáció létezésének bizonyítása elektrofiziológiai módszerrel
- A szintaktikai korlátozódás lehetséges hatása a prozódiai határok kijelölésére – afázia esettanulmány
- Inherens csoportosítás a verbális és nem verbális produkcióban – fejlődési vonatkozások

1. A magyar beágyazott mondatok prozódiaja – a produkcióban használt, és az észlelésben kulcsként működő akusztikus jegyek rendszere

Viselkedéses vizsgálataink célpontja a beágyazott mondatok intonációjának akusztikai elemzése és az elektrofiziológiai vizsgálatokhoz megbízható viselkedéses mutatók kinyerése volt. A kutatás középpontjában az „alanyi mondatrész – beágyazás – állítmányi mondatrész” típusú beágyazott mondatok produkciós és feldolgozási jellegzetességei álltak.

A prozódiaival foglalkozó angol nyelvű irodalomra, a mondatintonáció faktorait és a jellemző jegyeit feltáró magyar nyelvű nyelvészeti kutatásokra (Gósy Mária 1979; Olaszky Gábor, 2002, 2005), s mindenekelőtt a konzorcium vezetőjének, Hunyadi Lászlónak a prozódia (metrikus rács, tonális rekurzió) területén elért eredményeire támaszkodtunk (Hunyadi, 2006, 2008). Ezek a munkák a jellemző jegyeken kívül arra is felhívják a figyelmet, hogy az egyes beszédstratégiák

között mérhető, számadatokkal alátámasztható különbségek vannak a prozódiai szerkezetben, s mindezek a beszélő és a hallgató szempontjából is meghatározóak. Gósy Mária (1979) munkája fontos támpontot jelentett a hangfekvés változásainak és a dallammeneteknek a tanulmányozásához, mindenekeelőtt a prozódia észlelésének vizsgálatára tervezett mondatok kialakításánál. Gósy vizsgálatai szerint a dallammettet megítélők észlelési pontossága az ereszkedő dallammenet esetében a legmegbízhatóbb, s a legnagyobb bizonytalanság (találgatás) a lebegő dallammenetre vonatkozó ítéletekben figyelhető meg. Fontos támpontot jelentett a tervezésben az is, hogy az objektív mutatók szerint a hasonló struktúrák a kísérleti személyek szubjektív ítéletében is hasonlóak voltak (dallammenet ábrázolása), a nagyobb frekvenciaváltozás és meredekebb dallamív az észlelést segítve a helyes válaszok arányát jelentősen javította.

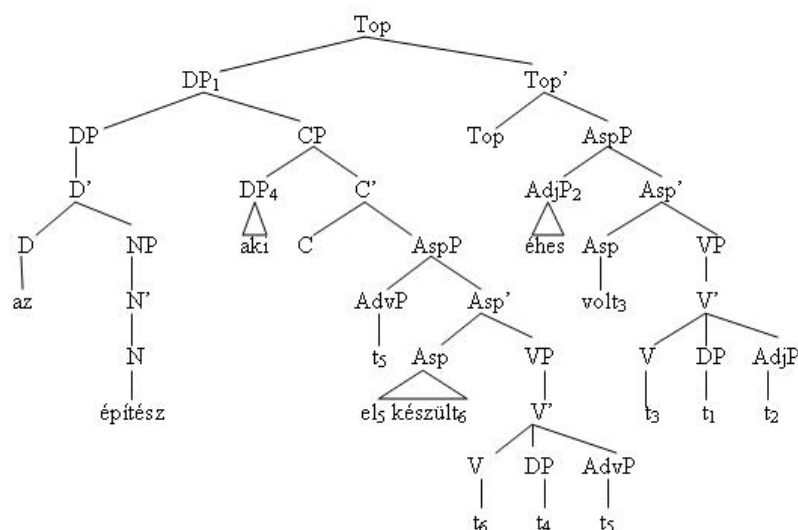
A beágyazott mondatok alkalmazásának lényegét abban láttuk, hogy ebben a mondattípusban sajátos módon kapcsolódik össze a nyelvi prozódia és a szintaxis. A beágyazás kapcsán feltételeztük, hogy a nyelvi feldolgozó rendszer számára olyan erőteljes prozódiai jelzések állnak rendelkezésre, amelyek a beágyazás kezdetét és végét jelzik, függetlenül a mondat szintaxisától. Úgy véltük, hogy a beágyazás esetében az optimális prozódiai jegyeknek az egyszerű frázishatár akusztikus jegyeinél lényegesebb szerepe van a mondatelemzésben. Feltételeztük, hogy a beágyazás akusztikai kulcsainak sértése, azaz az alkalmatlan vagy ellentmondó prozódiai jelzések, illetve szokatlan intonációs kontúr megjelenése a mondatok feldolgozását jelentősen nehezíti.

Ezen feltételezések empirikus bizonyítására produkciós és percepciós feladatokat alakítottunk ki.

(1) A produkciós kísérlet célja az volt, hogy különböző beszélők által felolvasott mondatok digitalizált mintáit felhasználva meghatározzuk az általános intonációs kontúr jellemzőit. A produkciós kísérletre azért volt szükség, hogy kontrollált anyagon mért normatív adataink legyenek a beágyazásra jellemző intonációs kontúrra vonatkozóan.

(2) Két további, percepciós kísérletben arra voltunk kíváncsiak, hogy a beágyazott mondatrész intonációs kontúrjának megváltoztatása a normál intonációhoz képest nehezíti-e, és ha igen, milyen mértékben, a mondat feldolgozását. Ennek érdekében az első részkísérletben a kísérleti személyektől *elfogadhatósági* válaszokat kérve azt tanulmányoztuk, hogy mennyire fogadhatók el a manipulált kontúrú mondat. A percepciós kísérletek második részében *diszkriminációs* válaszokat kérve arra kerestük a választ, hogy van-e eltérés az eredeti és a módosított intonációs kontúrú mondatok megkülönböztethetőségében. Az alkalmazott mondattípusok jellegzetes szerkezetét szemlélteti az 1. ábra.

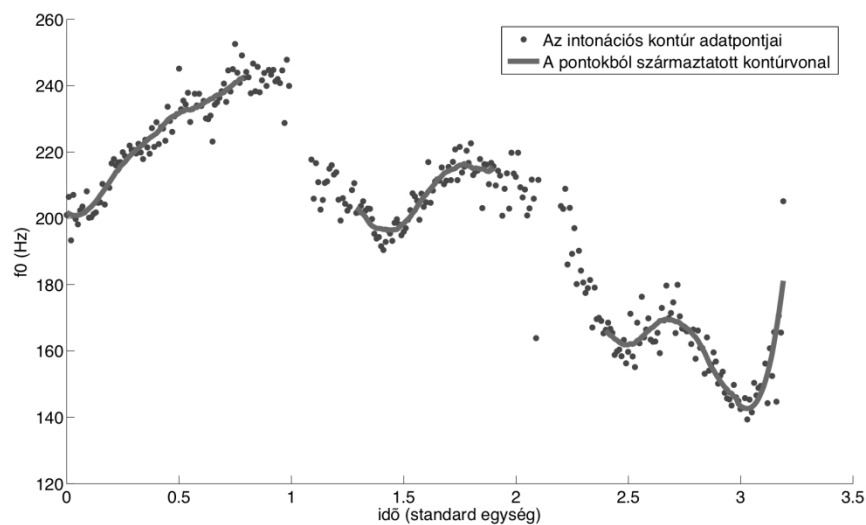
Az építész, aki elkészült, éhes volt.



1. ábra Egy típusmondat jellegzetes struktúrája

Hipotézisünk szerint a manipulált intonációs kontúrú mondatokat a személyek kevésbé tartják elfogadhatónak, mint az eredeti mondatokat. Feltételeztük továbbá, hogy a sértett intonációjú mondatok feldolgozása nehezebb, mint az eredeti intonációjú mondatoké. Ezt a feltevésünket arra alapoztuk, hogy az előbbiek esetében a prozódia ellentmond a szintaxisnak, s ezért a két típusú mondat megkülönböztethetősége eltérő lesz. A vizsgálatokban 31 egyetemi hallgató vett részt, a felvett produkciós mintázatok elemzése a Praat hangszerkesztő szoftver segítségével történt. A további, a szakirodalomban néhány éve közölt technikák alkalmazásával nyert adatokból számítottuk az általános, az összes személy és az összes mondat összesített adatain alapuló intonációs kontúrokat (2. ábra).

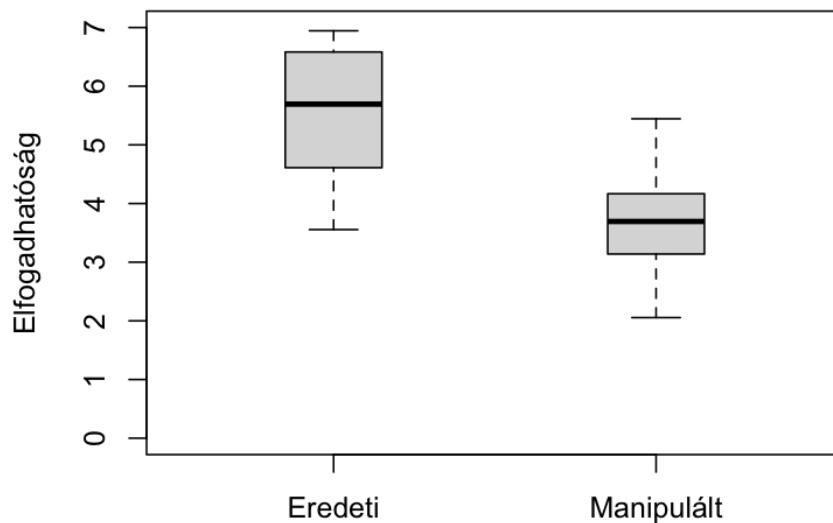
A prozódiai határok produkciós vizsgálatának eredményei azt mutatták, hogy a beágyazott mondatokat egy olyan emelkedő intonációs kontúr jellemzi, amelyet egy jellegzetes 'S' forma (lásd a 2. ábrát), s a frázishatártól jobbra csökkenő tonális szerkezet jellemez. Az intonációs kontúr tehát a beágyazott mondat idején a prozódiai határok között lebeg, de kontúráját a prozódiai határtól balra és nem jobbra mutató hasonlóság jellemzi.



2. ábra. A vizsgált mondatszerkezetre jellemző általános intonációs kontúr.

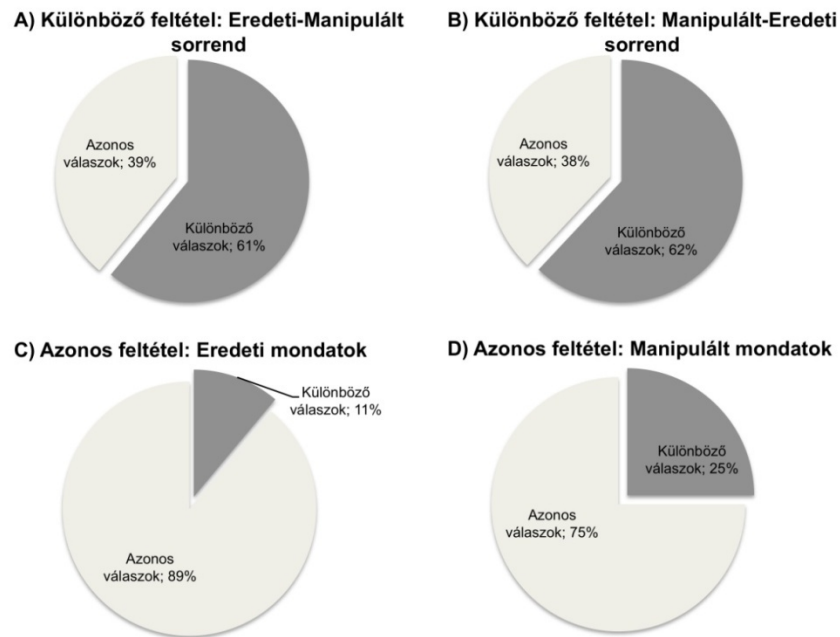
Az ábrán jól látható, hogy az alanyi mondatrész emelkedő intonációjú, a beágyazás pedig 'S' hullámú kontúrt mutatva „lebeg” a két mondatrész között.

A percepciókísérletekben a beágyazott mondatok értelmező vagy természetes, valamint sértett intonációjával az elfogadhatóságot és a megkülönböztethetőséget variáltuk. A kísérletek, nem meglepő módon, a természetes intonációjú mondatok magas elfogadhatóságát mutatta, ennek értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a manipulált mondatoké. A sértett intonációjú mondatok alacsonyabb elfogadhatóságát feltételezhetően több tényező határozhatja meg. Egyes mondatok a manipuláció eredményeként olyan torzulást is szenvedtek, amelynek eredményeként egyes beszédhangok szegmentális szerkezete is módosult. Ezt a jelenséget az elektrofiziológiai vizsgálatok megtervezésekor már figyelembe vettük.



3. ábra. A dobozdiagram az eredeti és a manipulált mondatok elfogadhatósági ítéleteinek mediánját, a minta legkisebb és legnagyobb értékét, illetve az alsó és felső kvartilist mutatja

A természetes és manipulált intonációjú mondatpárokat alkalmazó, azonos-különböző ítéletekkel vizsgált percepció teljesítmény elemzése meglepő eredményt hozott. A természetes mondatok esetében talált igen magas azonosságítélet jelent meg (4. ábra), s ez arra utal, hogy itt egy olyan absztrakt reprezentáció működik, amely a helyes intonáció akusztikai variációira nem érzékeny. Analógiaként hasonlíthatjuk ezt a beszédhangok kategoriális percepciójához is. Nem így van ez a sértett intonációjú mondatok esetében, itt ugyanis az azonosságítéletek aránya alacsonyabb, és még olyan kifejezett sorrendiség hatás sincs, mint a természetes mondatoknál.



4. ábra. Az „azonos” és „különböző” válaszok százalékos aránya az észlelési vizsgálatokban klasszikusan alkalmazott négy (eredeti/manipulált x azonos/különböző) feltételben

Az intonációs sértést tartalmazó beágyazott mondatok feldolgozása eltér a nem manipulált mondatok feldolgozásától, s ebben az intonáció akusztikai jegyeinek eltérő feldolgozása játszhat szerepet. A helyes intonáció esetében egy olyan absztrakt reprezentáció jegyeivel illeszt a feldolgozó rendszer, amely a dallamvariációk egyes jegyeire már nem érzékeny, azaz természetét tekintve kategoriális.

Az atipikus dallamvonal feldolgozása azonban már e kategoriális rendszeren kívüli esik, így a szintaktikai és a prozódiaszerkesztés illesztés sikertelen, a feldolgozó rendszer érzékenység pedig azt jelzi, hogy az aktuális intonációnak a prozódiai határok és a prominencia absztrakt reprezentációját tekintve nem ez a kategória felel meg. A feldolgozásban a prozódiai és szintaktikai információ ellentmondását csak egy reinterpretációs folyamat képes feloldani, mindez pedig nagyobb kognitív kapacitást vesz igénybe, csökkentve ezzel a sértett intonációjú mondatok feldolgozási érzékenységét. A beágyazott mondatok prozódiai jegyeinek vizsgálata során kapott eredményekre (Hevesi és munkatársai, 2010, 2011) építettük az akusztikus EKP vizsgálatokat. Itt jegyezzük meg, hogy a prozódiai határ központoszással történő jelölése nem váltott ki értékelhető EKP jeleket, így a vizuális paradigmára tervezett kísérleteket nem folytattuk tovább (a zárási pozitív eltolódás (CPS/ komponens szegényes szakirodalma sem nyújtott ehhez további támpontot).

2. A beszédben jelölt prozódiai határok és az intonáció sértésének elektrofiziológiai mutatói

A prozódiai és szintaktikai határ automatikus illesztésének elektrofiziológiai korrelátumait az intonációs frázisok természetes és manipulált határainak akusztikai kulcsingereivel váltottuk ki, a feldolgozást az eseményhez kötött agyi potenciálok (EKP) módszerével vizsgáltuk. Azokból az irodalmi adatokból indultunk ki, amelyek szerint a prozódiai információ a többféleképpen értelmezhető mondatok esetében jelentősen módosította a szintaktikai szerkezet felépülését (Steinhauer és munkatársai., 1999). Az intonációs frázisok határain konzekvensen megjelenő pozitív amplitúdójú, centro-parietális maximummal rendelkező komponenst, a CPS-t (Closure Positive Shift) kívántuk felhasználni arra, hogy a beágyazott mondatok prozódiai és szintaktikai határának illesztését követhessük. A nyelvi feldolgozás során megjelenő EKP komponensek többségétől eltérően a CPS nem érzékeny a nyelvi sértésekre, és egyes adatok szerint nem csak a beszélt nyelv hallgatása közben, de írott szöveg néma olvasása során is megjelenik a prozódiai határok korrelátumaként (Steinhauer 2003), jóllehet ezt az általunk alkalmazott mondatok esetében nem sikerült kimutatni. Mivel a CPS-el kapcsolatos tanulmányok kimutatták, hogy az nem csak az intonációs frázisok határain, hanem a prozódiai struktúra hierarchiájában alacsonyabb helyet elfoglaló egyéb prozódiai határok esetében is megjelenik, feltételeztük, hogy a manipulált mondatok esetében a mondatfeldolgozás eltérő szintjei jól követhetők lesznek a CPS és a nyelvi feldolgozás más EKP hullámösszetevőinek elemzésével (Honbolygó, Török, Csépe, 2011). Tény, hogy a CPS mindenekelőtt a prozódiai határokat jelző sokféle akusztikai jellemzőre érzékeny, jóllehet ezek közül legkevésbé a prozódia határ éléhez balra szinkronizált szünet hossza a meghatározó (Csépe és Honbolygó, 2011).

A tiszta, jól jelölt prozódiai határ egyik tipikus mondat típusa a beágyazott mondat. Ennek alkalmazásánál abból a koncepcióból indultunk ki, hogy a beágyazás a rekurzió, mint általános kognitív szerveződési forma egyik nyelvi megvalósulásának tekinthető, mivel itt ugyanazt a szerkezetépítő elvet használhatjuk fel ismételten. Például az (1) mondatból a (2) képezhető:

(2) A macska, amit a kutya kergetett, elszaladt.

(3) A macska, amit a kutya, ami éhes volt, kergetett, elszaladt.

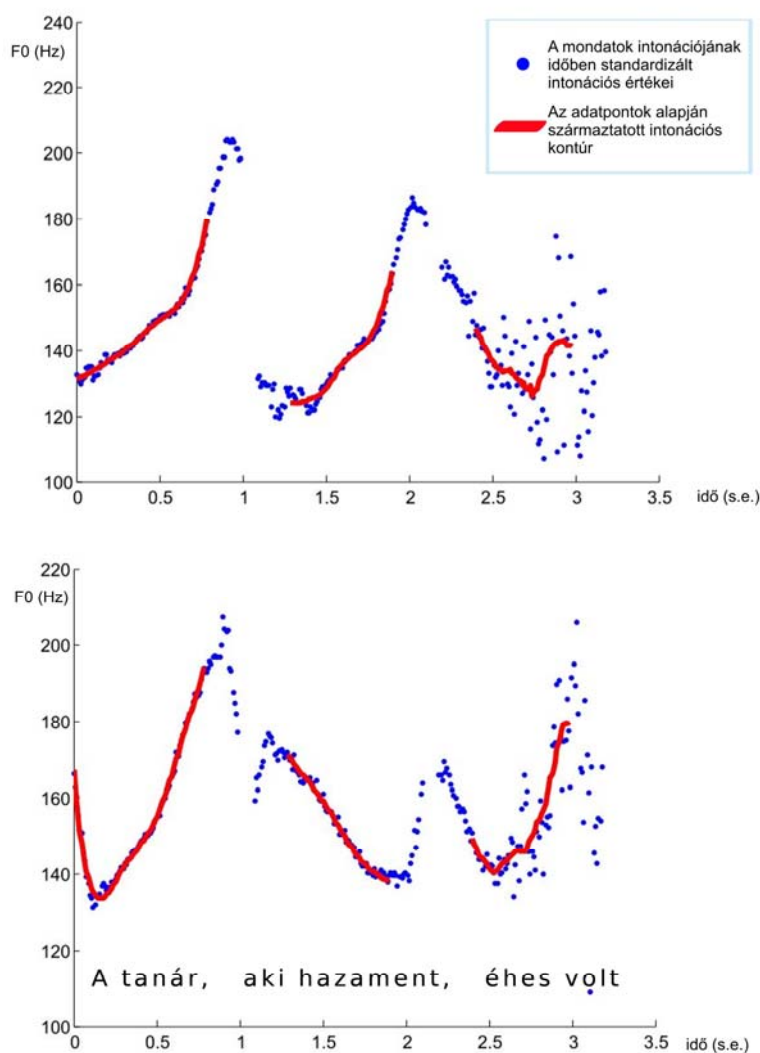
EKP vizsgálataink az ezeket megelőzően elvégzett produkciós és percepció vizsgálatok eredményeire, és az EKP előkísérletekre támaszkodtak. A végleges paradigmák kialakításánál a módszerek újragondolására és új, a munkacsoport által korábban nem használt szoftverek (pl PSOLA) bevezetésére is szükség volt. Bár az ezek alapján kialakított algoritmusok még messze vannak bármilyen konkrét hasznosítási lehetőségtől, a prozódia megismerésére irányuló további sikeres, illetve támogatásra benyújtott pályázatainkban az új eredmények ehhez is elvezethetnek. Az EKP kísérletek ingeranyagának kialakítása a konzorciumban együttműködő három munkacsoport közös fejlesztése, jóllehet megvalósítása a pszichológiai munkacsoport munkája. A véglegesként kialakított EKP mérésekben több mint ötven kísérleti személy vett részt. Az alaphelyzetet jelentő, három tagmondatból álló beágyazás segítségével azt vizsgáltuk, hogy a prozódiai jellemzők akusztikus paramétereinek megváltozása mennyiben befolyásolja a szintaktikai szerkezet felépülését.

A prozódia akusztikailag is elfogadható manipulációja a vártnál több problémát okozott. Esetünkben ugyanis, eltérően a kerti ösvény mondatoktól, nem arról van szó, hogy a prozódia egy többértelmű szintaxist egyértelműsít, hanem arról, hogy a prozódia nem a szintaktikai szerkezetből elvártnak megfelelően alakul, azaz nincs szintaktikai-prozódiai megfelelés. Ennek a megfelelésnek a pontatlansága az alapja például a nyelvészetben a prozódia absztrakt reprezentációja ellen oly gyakran felhozott érveknek. Kérdés azonban, hogy ez a sokat emlegetett meg nem felelés mit jelent, illetve milyen tág határok között feszíthető az össze nem illés.

A kísérleti paradigma kialakításakor az volt az egyik legfőbb kérdésünk, hogy vajon a szintaktikai szerkezetnek nem megfelelő, azt nem követő intonációs frázisszerkezet akadályozza-e a szintaxis és a jelentés felépülését. Mivel az előzetes vizsgálataink azt mutatták (ld. Hevesi és munkatársai, jelen kötet), hogy a beágyazott mondatokra jól meghatározott és stabil intonációs kontúr jellemző, azt feltételeztük, hogy ennek sértése befolyásolja majd a szintaktikai struktúra felépülését, és elindítja azokat a szintaktikai reintegrációs mechanizmusokat, amelyek az agyi folyamatok szintjén a P600 komponens megjelenéséhez fognak vezetni. Ezen kívül azt vártuk, hogy az intonációs frázisok határaihoz kapcsolódóan megjelenik a CPS komponens is. Végezetül, a prozódiai sértéshez kapcsolódóan azt vártuk, hogy a LAN vagy RAN komponens jelenik meg.

Ezen kérdések és hipotézisek vizsgálata egy olyan kísérletben történt, amelyben a résztvevők a (1) mondathoz hasonló normál és sértett intonációjú mondatokat hallottak. Az intonáció sértése csak a második, beágyazott frázist érintette. Itt az emelkedő intonációt ereszkedőre módosítottuk (lásd 5. ábra).

A beágyazott mondatok manipulált intonációs kontúrjának agyi feldolgozását vizsgáló kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a frázishatárhoz időben szinkronizált CPS komponens mindkét feltételben megjelent. A manipulált intonációs kontúrú mondatokkal kiváltott válaszokat a normál mondatokkal kiváltott hullám-együtteshez képest egy nagyobb RAN (right anterior negativity) és egy jellegzetes pozitivitás, a P600 komponens jellemezte. A CPS komponens megjelenése arra utal, hogy az intonációs frázisok határainak feldolgozása megfelelően megtörtént, azaz az EKP komponens pontosan követi a frázishatárt. Az EKP válaszok elemzéséből az is kitűnt, hogy, megfelelően a szakirodalmi adatoknak (Steinhauer, 2003), a CPS amplitúdója mindkét feltétel esetében hasonló volt, annak ellenére, hogy a manipulált mondatok esetében a prominencia jelentősen csökkent.



5. ábra Természetes (felül) és manipulált (alul) intonációs kontúrok

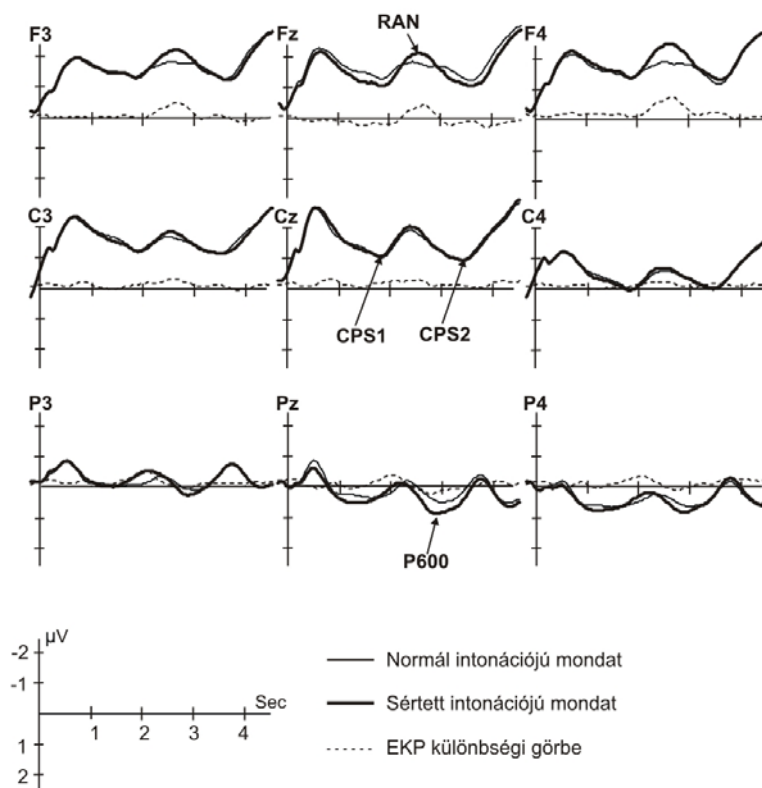
A CPS nem tükrözi magát az intonációsértést, valójában elsődlegesen a frázishatárt követi, vagyis ez a komponens egy absztrakt prozódiai szabály alkalmazásának a jele.

A frontális területeken látható negatív komponens eloszlása miatt RAN-nak, és nem N400-nak tekintettük. Esetünkben, mivel ez egész mondat feldolgozását követő EKP-kat vizsgáltuk, a pontos látencia megállapítása bizonytalan, vagyis ez alapján a korai és késői negatív komponensek (LAN vs. N400) elkülönítése nem lehetséges. A komponens amplitúdó eloszlása ugyanakkor inkább a RAN, mint az egyébként főleg centrális amplitúdó-maximumú N400 komponensre jellemző. Ráadásul a komponens funkcionális értelmezése is közelebb áll a RAN interpretációjához. Eckstein és Friederici (2005) szerint ugyanis a RAN egyfajta prozódiai összenem-illési hatást tükröz, megjelenése pedig akkor várható, amikor a prozódiai jellemzőkkel kapcsolatos elvárás sérül. A szerzők olyan mondatok esetében találták meg ezt a komponenset, amelyeknél a mondat végi szó olyan intonációjú volt, ami egyébként az utolsó előtti szóra jellemző, azaz a jelentéstől és nyelvtantani szerkezettől eltérően a prozódia nem jelezte a mondat végét. Lényegében ez történt a saját kísérletünkben is, azaz a szintaxis és szemantika ugyan a beágyazást jelezte, de a frázis prozódiai jellemzői ellentmondtak ennek. Magas szintű össze nem illésről van tehát szó, azaz két absztrakt szabály megvalósulása tér el, így az eltéréssel kiváltott RAN-t, a fonológiai elvárás ütközésekor regisztrált fonológiai eltérési negativitás (Connolly és Philips 1994) analógiájára, nevezhetnénk prozódiai eltérési negativitásnak is.

Eseményhez kötött agyi potenciál (EKP) eredményeink (Honbolygó, Török és Csépe, 2011) szerint a **prozódiai határra vonatkozó információkat agyunk automatikusan dolgozza fel, s a prozódiahatárhoz időben szinkronizált jel elemzésével követhető, hogy a határ kijelölése, nyugodjék tonális vagy idői akusztikus kulcsokon, a szintaktikai határoknak felel meg.**

Egészséges felnőtteknél a beágyazott mondatok prozódiahatárától jobbra megjelenő intonációsértés az EKP komponensek tanúsága szerint az intonációs szabály és az aktuális megvalósulás össze nem illését jelzi egy a jobb elülső elevezetéseken megfigyelhető maximummal (RAN – jobb anterior negativitás). Ismerve a prozodiára vonatkozó kutatásoknak azokat az eredményeit, amelyek a lingvisztikai prozódia esetében baloldali maximumot jósolnak, feltételezhető hogy itt egy egyszerű illesztésről van szó. Az illesztés eredményeként eltérést jelez a feldolgozó rendszer, hiszen a beágyazott mondat szokatlan, a szintaktikával nem egyező dallamvonulatnak felel meg. Az eltérés detekciója lehet az alapja annak, hogy, feltehetően egy balra történő feldolgozásnak köszönhetően, a második prozódiai határ is helyesen kerül kijelölésre. Ekkor azonban már újabb feldolgozási folyamatoknak kell belépnie, hiszen a szerkezetet fel kell

építeni, s a tagmondatokban közölt összetartozó információt feldolgozni. A szerkezetépítés erőfeszítésének EKP korrelátuma, a P600, kizárólag a sértett mondatok agyi feldolgozását kíséri (6. ábra).



6. ábra. EKP válaszok a normál és sértett intonációjú mondatokra, és ezek különbségi görbéi

A prosódiai határok megfelelő kijelölése és a beágyazott mondat sértett intonációjának detekciója együtt teszi lehetővé, a végül mégis sikeres, erőfeszítéssel járó újraelemzést és szerkezetépítést, amely feltehetően a mondatértés szükséges és elégséges feltétele.

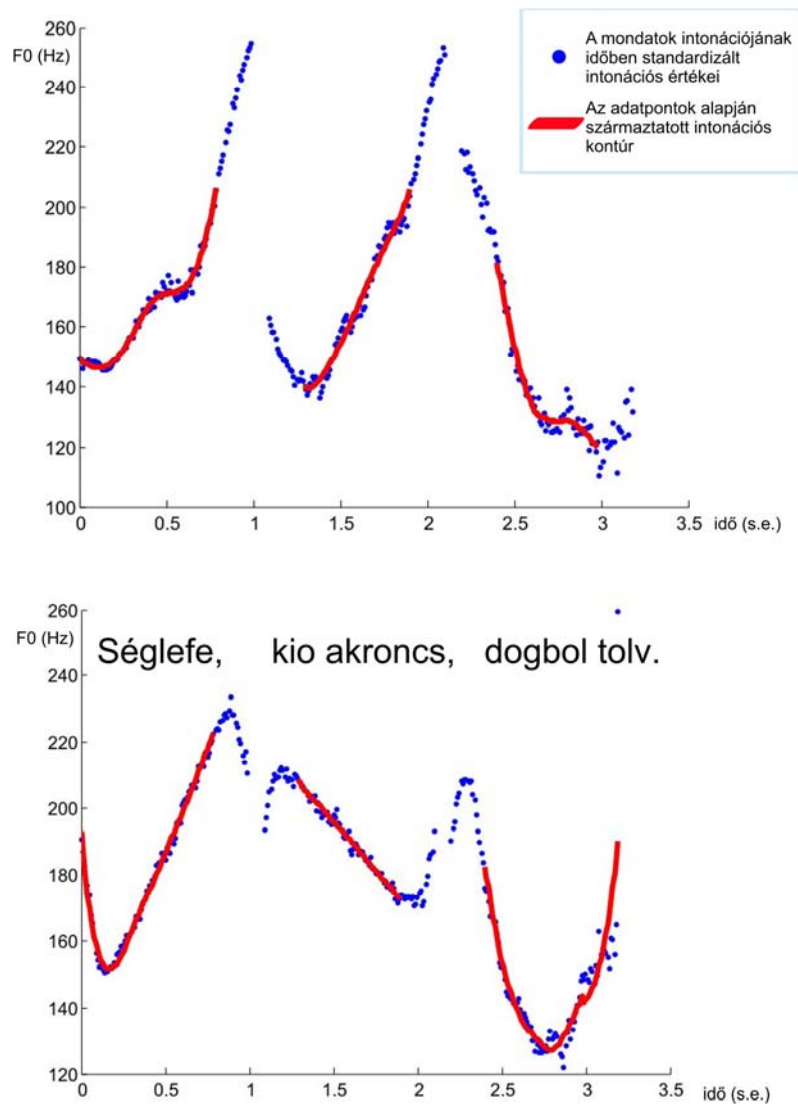
3. Az absztrakt prosódiai reprezentáció létezésének bizonyítása elektrofiziológiai módszerrel

A nyelvészeti kutatások új irányzataiban megjelenő feltételezés, miszerint van prosódiai rekurzió, s ennek alapja két absztrakt reprezentáció, a prosódiai határ és a prosódiai prominencia, egyelőre csak néhány empirikus bizonyítékkal rendelkezik. A pályázati ciklusban kutatott prosódiai

jelenségek egyik specifikuma, hogy magát a prozódiai határt nem sértettük, hiszen a főmondat határait a kísérleti manipuláció nem érintette, csupán a határtól bal és jobb irányban történő feldolgozás akusztikus támpontjait változtattuk. Kísérleteinkben az intonációs kontúr globális módosítását alkalmaztuk, s a beágyazott mondat dallamvonalát emelkedőről ereszkedőre változtattuk. Ez az eljárás különösen hatékonynak bizonyult, hiszen a szintaktikai integrációs folyamatok szempontjából a beágyazott mondat váratlan intonációja az agyi feldolgozás szekvenciáit láthatóbbá tette. A prozódiai határ jobb oldalán megjelenő "aki" szó a beágyazásra vonatkozó elvárást alakított ki, s az első frázis intonációs kontúrja is előre jelezhetette a várható beágyazást.

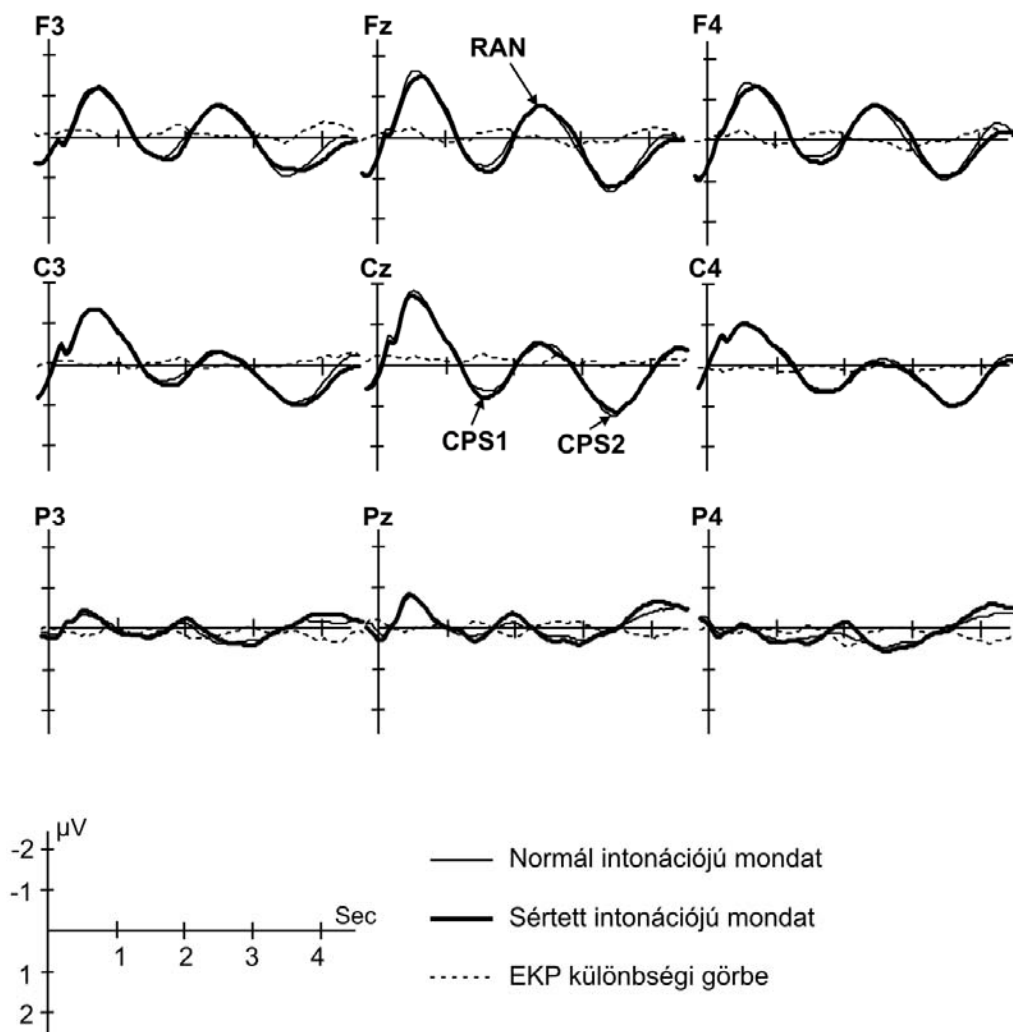
Hogyan tudjuk bizonyítani, hogy a tagmondatok határának kijelölésekor a feldolgozó rendszer olyan szabályra támaszkodik, amelynek alapja a prozódiai határ absztrakt reprezentációja? Ez akkor lehetséges, ha a nyelvi ingerben nincsenek további támpontok, azaz agyunk a feldolgozáskor kizárólag a prozódiai információra támaszkodhat. Ezt szolgálta annak az eredeti projekttervben nem szereplő álszó-mondat paradigmának (ÁMP) a megalkotása, amelyben az értelmes mondatokat alkalmazó kísérletben használt szavakból kiindulva értelmetlen mondatot alkotó álszavakat képeztünk. A halandzsza típusú mondatok álszavai megfeleltek a magyar nyelv fonotaktikai szabályainak, minden egyes álszó szótagszáma s helye az álmondatban megegyezett az első kísérletben használt mondatokéval. Az ÁMP mondatok, leszámítva a szavak jelentését, mindenben megegyezett a mondatok intonációs kontúrjának sértésére kialakított helyzettel. Az absztrakt prozódiai határ elvileg csak a prozódiai határokat jelölő akusztikus, esetünkben meghatározóan tonális jegyeiben változó, kulcsokra támaszkodhat. Az értelmetlen mondatokban használt álszavak nem utaltak a szavak szófajára, egyiknek sem voltak ragja vagy képzője, s nem hordoztak bármilyen, a mondatszerkezet felépülését segítő grammatikai utalást sem (lásd 7. ábra).

Amennyiben elfogadjuk, hogy az értelmetlen mondatok prozódiai határa csak akkor jelölhető ki, ha ennek absztrakt reprezentációja, belátható, hogy az ennek megfelelő agyi jel egyben ennek erős bizonyítéka is. Ekkor az EKP-okon csak és kizárólag akkor jelenhet meg a frázishatárt jelölő jellegzetes zárási pozitív shift, a CPS, ha az akusztikai kulcsok a prozódia absztrakt szabályainak egyikét, a prozódiai határt aktiválják.



7. ábra Természetes és sértett intonáció az ÁMP helyzetben

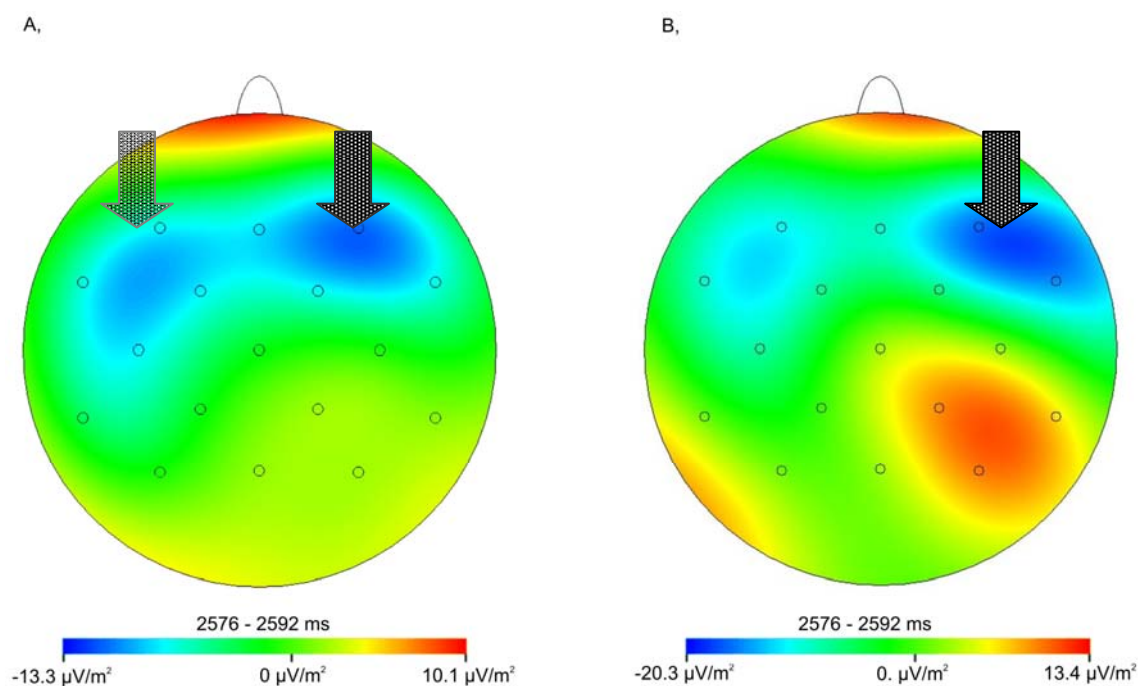
Az EKP kísérletek eredményei akkor támasztják alá ezt a feltételezést, ha a beágyazást tartalmazó értelmetlen mondatok mindkét prozódiai határával CPS, azaz a CPS1 és CPS2 korrelál, azaz van absztrakt prozódiai reprezentáció, s ennek aktiválása feltehetően az elégséges prominencia függvénye. Ezt igazolják a természetes intonációjú ingerekkel az ÁMP-ben kapott eredmények (8. ábra).



8. ábra Természetes és sértett intonációval kiváltott EKP-ok az ÁMP helyzetben

Az elégséges eltérés mértékének megragadására átalakított intonációjú értelmetlen mondatokkal célunk kettős volt; azt bizonyítani, hogy a prozódiai határ jobb szélén végzett manipuláció befolyásolja-e a beágyazás utáni feldolgozást, illetve azt, hogy valóban igaz-e, hogy a szintaktikai és prozódiai szerkezet illesztésére kerül sor a dallamkontúr sértésekor. Az absztrakt prozódiai reprezentáció és a szintaktikai művelet dinamikus kapcsolatára vonatkozó argumentációnk alapja az az EKP változás, amely a sértett intonációjú értelmetlen mondatok esetében regisztrálható, s statisztikailag szignifikáns eredményeket hoz. A sértett intonációjú mondatok feldolgozását is mindkét prozódiai határhoz szinkronizáltan megjelenő CPS kíséri. A második prozódiai határ, amely nem prominens, s kivált ugyan RAN-t, további szerkezetépítés azonban nincs, így P600 nem jelenik meg. Az értelmes és értelmetlen mondatok prozódiai feldolgozását kísérő RAN feltehetően nem azonos a mögöttes folyamatok tekintetében. Erre utal a források és elnyelők modellezésére

használt térképeken (CSD jól látható különbség, amely az értelmes mondatok esetében kétoldali jobb maximummal és meghatározóan jobb oldali az értelmetlen mondatoknál (9. ábra).



9. ábra Értelmes és értelmetlen mondatok prosódiai feldolgozása során elvezett válaszok CSD térképe

Feltehetően az értelmes mondatok esetében a jelentés feldolgozását kísérő folyamatok is modulálják az elvezethető választ, az értelmetlen mondatok esetében viszont „használható információ” kizárólag a prosódia.

Saját idegtudományi eredményeink újdonsága (ismereteink szerint ilyen a szakirodalomban nincs), hogy a CPS és RAN EKP komponensek vizsgálatával értelmes és értelmetlen mondatok természetes és manipulált intonációjának alkalmazásával sikerült kimutatni, hogy van absztrakt prosódiai reprezentáció, s ez szolgálhat az elvileg végtelen számú prosódiai rekurzió alapjául.

A grammatikai utalásokat nem tartalmazó mondatokkal végzett kísérletek azt is igazolják, hogy ezek nélkül a magyar nyelv szabályai szerint képzett, ám ragokat és képzőket nem tartalmazó álszavakból nem lehet szerkezetet építeni, így az intonáció sértésekor nem is lehetséges semmilyen illesztés.

Természetesen az illesztés mélyebb jellemzőit, valamint a prozódiai határ és prominencia, mint absztrakt reprezentáció további tulajdonságait újabb és szisztematikus vizsgálatok támaszthatják alá. Megállapíthatjuk ugyanakkor, hogy a prozódia absztrakt reprezentációjának tanulmányozására legmegbízhatóbban az idegtudományi megközelítés használható. Már ezek mélyebb feltárása nélkül is megállapítható, hogy Chomsky, Hauser és Fitch (2002) a prozodiának a rekurziós jelenségek körének kizárásakor tévedett.

Saját idegtudományi adataink újdonsága, hogy a CPS és RAN EKP komponensek vizsgálatával sikerült kimutatni, hogy a prozodiában is van rekurzió, ezért feltehető, hogy itt is teljesülhetne a szintaktikai rekurzió egyik legerősebb nyelvészeti érve; a véges elemekből végtelen variációt lehet – elvileg – létrehozni. Ennek azonban csak a generatív nyelvészetben van értelme, pszichológiai realitása ugyanis nincs, például a lingvisztikai memória korlátozott kapacitása miatt. Idegtudományi szempontból pedig értelmetlen azt feltételezni, hogy a prozódiai percepció és produkció végtelen műveleteit képes végrehajtani az emberi agy.

4. A szintaktikai korlátozódás lehetséges hatása a prozódiai határok kijelölésére – afázia esettanulmány

Az egészséges felnőtteknél kapott eredmények alapján valószínűsített feldolgozási szakaszok egymásra épülésére vonatkozóan egy esettanulmány formájában kutattunk tovább. A nyelvészetben (neurolingvisztika) és a pszichológiában (neuropszichológia) is szokásos megközelítés, hogy az egyes feldolgozási folyamatok disszociációit és asszociációt feltárva férkőzünk közelebb a feldolgozás finomszerkezetéhez. Esetünkben ez bővült az EKP-ok módszerével, azaz nem csupán a korlátozott funkciókat, hanem annak agyi jeleit is elemeztük.

Sajnos a prozódiai jellemzők percepciójának sérülésével kapcsolatos irodalmi adatok meglehetősen ellentmondásosak. Egyes szerzők találtak bizonyítékot arra is, hogy a jobbféltekei sérült betegek az emocionális prozódia megértési képessége zavart, de többen arra is, hogy a bal-, és jobbféltekei sérült betegek teljesítménye nem különbözik. Ugyanakkor a legtöbb vizsgálat megerősítette azt, hogy ha nincs is egyértelmű különbség a különböző féltekei sérültek között, a normál kontroll és az agysérült betegek között szinte mindig van eltérés. Ez pedig arra utalhat, hogy a prozódia agyi feldolgozása bilaterális összehangoltságban történik, azaz a megfelelő megértéshez a két félteke együttes munkája szükséges. A szerzők többsége (lásd például Zatorre és Belin, 2001) úgy véli,

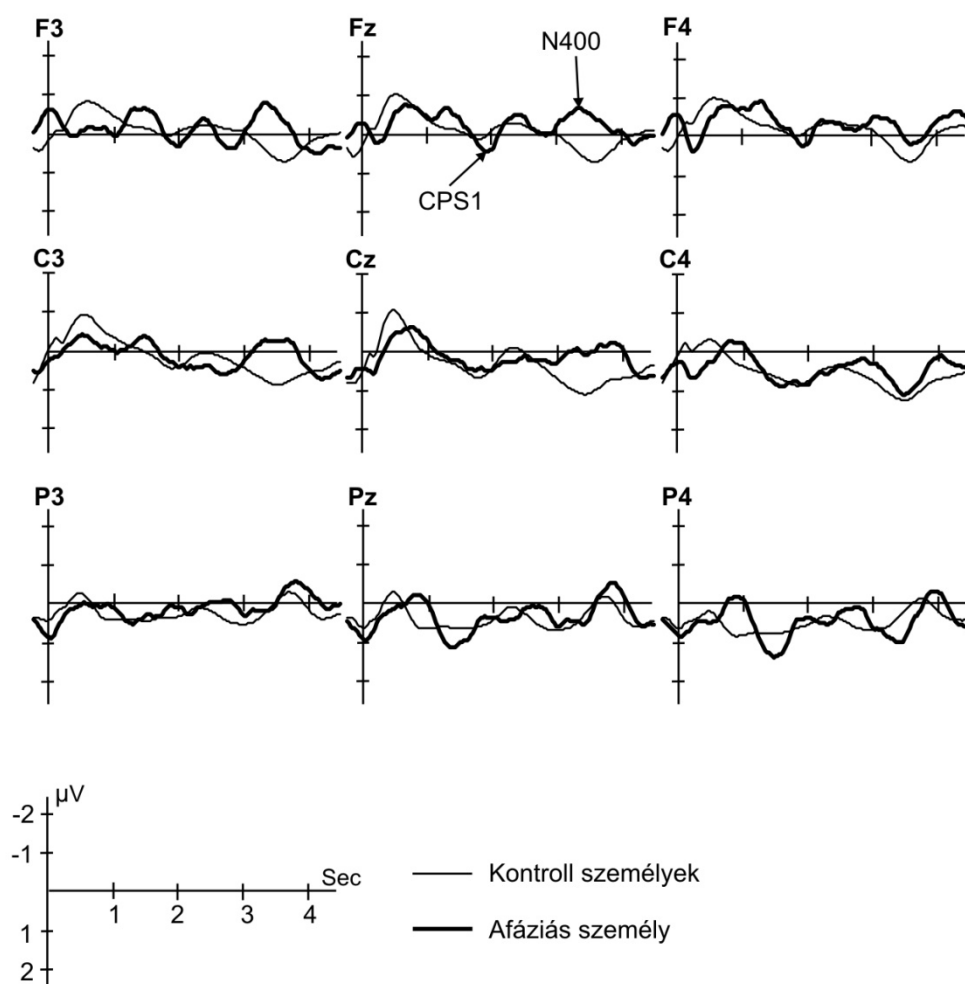
hogy az afáziás betegek prozódia feldolgozási problémái perceptuális jellegűek, és az érintett félteke által normál esetben hatékonyabban feldolgozott akusztikai információ (balfélteke: hossz, jobb félteke: hangmagasság) felhasználása akadályozott. Zatorre és Belin (2001) szerint a két félteke úgy specializálódott a prozódia spektrális és temporális jellemzőinek feldolgozására, hogy mindkét félteke feldolgozza ezeket az információt, de a jobb erőteljesebben részt vesz a spektrális, a bal pedig a temporális információk feldolgozásában. Az általunk alkalmazott mondatok esetében prominensebbek a tonális jellemzők, s ennek spektrális összetevői meghatározhatják az ép félteke ilyen típusú feldolgozási kapacitásának megtartását. Nehéz ugyanakkor elképzelni, hogy ez önmagában elég lehet a sértett intonációjú mondatok sikeres értelmezéséhez, ha az illesztendő szintaktikai jellemzők feldolgozása korlátozott.

Az EKP vizsgálatban is résztvevő beteg teljes neurolingvisztikai profilja (a konzorcium neurolingvisztikai csoportjának eredményei) rendelkezésre állt az elektrofiziológiai adatok kiértékelésekor. A 29 éves, jobbkezes, lacunaris stroke miatt az EKP vizsgálatok előtt másfél évvel kezelt, magyar anyanyelvű nőbeteg anamnézisében korábbi cerebrovaszkuláris epizódok nem voltak. Az akkut szakaszban beszédzavarainak felmérésére formális lehetőség nem volt, az első értékelhető eredményt a betegség kezdete után három hónappal sikerült produkálni. Ekkor a WAB (Western Aphasia Battery – Western Afázia Teszt) 22,6 pontot, míg a TOKEN (beszédértési teszt) 8 pontot mutatott. Előbbi súlyos Broca afáziát jelent, utóbbi egy ehhez társuló, ugyancsak komoly beszédértési zavart.

A CT vizsgálat bal frontális és temporális területeken léziót mutatott. A rehabilitációnak köszönhetően jelentős javulást ért el a vizsgálat idejére performációs szinten. Az elektrofiziológiai vizsgálat idején a WAB 89 pontot, a TOKEN 30,5 pontot mutatott. Ez enyhe produkációs zavart, és intakt beszédértést jelez. A korábban domináns agrammatikus tünetek a vizsgálat idején már nem voltak kimutathatóak.

Az alkalmazott kísérleti ingeranyag teljes mértékben megegyezett a Honbolygó és munkatársai (2011) által használttal. Az egyetlen változtatás az volt, hogy a figyelem fenntartását szolgáló tesztmondatokat nem vizuálisan mutattuk be, hanem akusztikusan. Az EKP eredmények alapján megállapítható, hogy az agrammatikus Broca afáziás beteg csak az akusztikus jegyeit tekintve sértetlen prozódiai határt dolgozza fel, azaz a főmondat és a beágyazott tagmondat határát jól jelzi a CPS1. A további feldolgozás jelentősen korlátozott, hiszen sem a természetes, sem a manipulált mondat esetében nem kíséri a második prozódiai határt CPS. Ez nem jelentheti a prozódiai határ detektálásának általános zavarát, hiszen akkor az első CPS sem jelenne meg. Sokkal inkább feltételezhető, hogy a prozódiai és a szintaktikai szerkezet illesztése a beágyazott mondat atipikus lebegése miatt problematikus, ezért hiányzik a prozódiai-szintaktikai eltérést kísérő RAN. Helyét

egy poszterior irányban eltolódó jel, az N400 váltja fel. A minden bizonnyal szemantikai művelet mellett további ilyen is megjelenik egy a prozódiai határtól jobbra történő feldolgozásban, s erre a robusztus N400 hatás utal. Ez különösen jól látható, ha a beteg adatait összehasonlítjuk az egészséges kísérleti személyekével (10. ábra).



10. ábra. EKP válaszok a manipulált intonációjú mondatra a kontroll és az afáziás személy esetében. Jól látható a CPS1 egybeesése, valamint a CPS2 hiánya az afáziásoknál.

Ennek látenciatartományában jelenik meg az afáziás beteg esetében az N400.

A közös kutatásokban résztvevő neurolingvisztikai csoport eredményeivel összhangban azt feltételezzük, hogy a szintaktikai rekurzió korlátozottsága miatt csak az eléggé prominens első frázishatár feldolgozása automatikus. A szintaktikai rekurzió korlátozottsága megakadályozza, vagy legalábbis felerősíti ezt a hatást az agrammatikus Broca afáziában akkor, ha a beágyazott mondat integrálásához a szintaktikai és prozódiai szerkezet illesztése szükséges. Ez nem

teljesül a természetes intonációjú mondatokban sem, így a kompenzációra nincs lehetőség. Bár a sértett intonációjú beágyazott mondatokat kísérő EKP összetevő jelzi a szerkezetépítési erőfeszítést, a reinterpretáció nem a prozódiai jegyeket felülbíráló újraillesztésre, hanem a feltehetően ép, vagy legalábbis elfogadhatóan működő jelentés-feldolgozásra támaszkodik. Az eredményeket a Honbolygó, Török és Csépe (2011) tanulmány és Török Ágoston MA szakdolgozata (2011) foglalja össze.

5. Inherens csoportosítás a verbális és nem verbális produkcióban – fejlődési vonatkozások

A szakirodalom elméleti alapvetései, s a nyelvészet empirikus adatai alapján feltételeztük, hogy a produkció akusztikai jellemzőinek elemzésével megbízhatóan tudjuk majd kimutatni a homogén elemek szabályos csoportokba rendezését. A rekurzió terület-általános volta mellett érvelve Hunyadi László (2006) úgy véli, hogy a rekurzió alapjai nem nyelv-specifikusak, hanem megmutatkoznak a csoportosításban más modalitások esetében is. A hossz és a hangmagasság a nyelvtannal párhuzamban álló rekurziós mintázatba szerveződik. Kísérleti eredményei szerint a megfigyelő erre utaló strukturális jegyek nélkül is ritmikai egységekbe szervezi a kettőnél több elemet tartalmazó sorozatokat, és az inherens csoportosítást követve kételemű csoportokra bontja azokat, melyek szünetekkel tagolódnak. Azt is kimutatta, hogy a multimodális rekurzió a mintázatelemzés univerzális szabályain alapul.

Az absztrakt perceptuális csoportosítás (vagy mintázatelemzés) automatikus és kultúra-független folyamatnak tartott jelenség, ám kialakulás feltehetően sajátos fejlődési mintázatot mutat. Yoshida és munkatársai friss adatai szerint (2010) a felnőttekéhez hasonló csoportosítási mintázat figyelhető meg már a 7-8 hónapos korúaknál. Feltételeztük tehát, hogy egy olyan általános jelenségről van szó, amely a produkció akusztikus jellemzőinek elemzésével ez követhető. Ezért az inherens csoportosítás jellemzőit először felnőtt kísérleti személyeknél, majd óvodásoknál vizsgáltuk.

Az inherens csoportosítást vizsgáló kísérletben (Garami és munkatársai, 2011) a szubjektív csoportosítás megjelenését vizsgáltuk vizuális ingerekre produkált nem verbális (tapsolás) és verbális válaszok (hangutánzó rövid szó) tanulmányozásával. Vizsgálódásunk fókuszában az állt, hogy az inherens csoportosítás mennyiben mutat általános, illetve egyéni jellegzetességeket, és milyen jellemzőkben ragadható meg ez a csoportosítás.

Alapvető hipotézisünk az volt, hogy a kísérlet résztvevői az adott válaszingereket elemszámtól függetlenül két és egész számú többszöröse szerint csoportosítják. A felnőtteknél (13 fő) egyszerű vizuális ingereket, az óvodásoknál (23 fő) jelentéssel bíró ingereket alkalmaztunk (kutya képeket és mosolygó fej képeket).

A csoportosításnak két mérhető aspektusát vizsgáltuk minden személy esetében: az ingerek között eltelt idő hosszát és az ingerek intenzitását (regisztrálva, majd Praat szoftverrel elemezve). Elvárásaink szerint tehát a 2., 4., 6. elem időtartama nagyobb lesz, mint az 1., 3. és 5.-é, intenzitásukban viszont ennek ellentéte várható, azaz az 1., 3. és 5. lesz a hangsúlyosabb a 2., 4., 6. értékeihez képest. A csoportosítások módja és a hangok mérhető tulajdonságaira vonatkozó elvárásaink, a sorozatok elemeit rendre az ábécé nagybetűivel jelölve, a következők voltak:

- a háromelemű csoportoknál (AB) C,
ahol tehát a második elem időtartama a legnagyobb, de annak intenzitása a legkisebb.
- a négyelemű csoportoknál (AB)(CD),
amely szerint a második és a negyedik elem után van nagyobb szünet, ám intenzitásuk kisebb az 1. és a 3. eleménél.
- az ötelemű csoportoknál (AB)(CD) E,
szerintén a második és a negyedik elem után várunk nagyobb szünetet, erősebb intenzitást pedig az 1., a 3. és az 5. elemnél.
- a hatelemű csoportoknál [(AB)(CD)] (EF)
a 2., a 4. és a 6. elem lesz hosszabb, és az 1., 3. és 5. hangsúlyosabb.

A statisztikai elemzés során arra kerestük a választ, hogy egyes sorozatokból mi az, ami kiemelkedik, mi a legmagasabb és a legalacsonyabb érték az ingerek hosszára és intenzitására vonatkozóan a vizsgált csoportban. Az inherens csoportosítást a felnőtteknél semmilyen mért mutató szignifikáns változása nem jelezte, sem a prozódiai határok egyes akusztikai kulcsai, sem a prozódiai prominencia aktuális megvalósulásának viszonyai. Tény ugyanakkor, hogy a verbálisan dekódolható vizuális ingerek non-verbális követése (képsorokra adott tapsok) megfelelő prominencia-viszonyokat tükrözött a három és négyelemű sorozatoknál, a hosszabb sorozatoknál azonban ez megbízhatóan nem bizonyítható. A verbális produkcióval követett sorozatok esetében ugyancsak tendenciák kimutatására alkalmas a prozódiai jegyek akusztikai elemzése, a csoportosítási határok akusztikus kulcsai nem elég differenciáltak. Mindez felveti a kérdést, hogy a prominenciára vonatkozó nyelvészeti irodalmat nem azok a mutatók vezetik az absztrakt reprezentáció és a rekurzió tagadásában, amelyek alacsony dinamikájuk miatt nem használhatóak megfelelően. Feltehető, hogy így van, hiszen a statisztikai erő szempontjából negatív eredményeink összhangban vannak azoknak a nyelvészeti munkáknak az eredményeivel, amelyek a nyelvi ritmus alapjául szolgáló ritmikai egységek szabályos csoportosítását kívánták kimutatni.

A csoportosítás gyerekeknél alkalmazott vizsgálata mindenekelőtt nem a nyelvi ritmust, hanem a verbális és nem-verbális produkció szerveződését kívánta megragadni, mégpedig a rekurziós jelenségek fejlődésének lehetséges követésére. Feltételezzük, hogy az alkalmazott paradigmák további finomításával a prominencia jegyeit torzító tényezők hatása jobban kimutatható. A talált csoportosítási tendenciák összefüggésbe hozhatók a nyelvi produkciót jellemző csoportosítással, jóllehet a talált bizonyítékok nem elég erősek. Az a tény azonban, hogy nem találtunk erős, statisztikailag is alátámasztható bizonyítékot a produkció akusztikai jellemzőinek mérésével az inherens csoportosítás működésére vonatkozóan, nem jelenti azt, hogy a percepció, vagy a produkciós szándék szintjén az ne létezne. Megállapítható, hogy a produkcióban használt akusztikai kulcsok mérése és elemzése nem a megfelelő eljárás a rekurzió, mint általános kognitív kapacitás megragadására, s ez különösen igaz az óvodáskorú gyerekekre.

Kutatásainknak a fentiekből összefoglalt eredményeiből nagy bizonyossággal kirajzolódik, hogy:

- Van prozódiai rekurzió, s ennek alapja az absztrakt prozódiai reprezentáció két formája, a prozódiai határ és a prozódiai prominencia.
- Az absztrakt prozódiai reprezentációnak a feltételezésnél erősebben, azaz empirikus adatok alapján kijelölhető összetevői a prozódiai határ és a prozódiai prominencia.
- Az absztrakt prozódiai reprezentációt az akusztikus kulcsok lokális és globális variációinak azok az adott nyelvre jellemző, szabálykivonással kialakított véges számú kategóriái alkotják, amelyek egy elvileg végtelen számú, a pszichológiában nem, de a generális nyelvészetben értelmezhető prozódiai rekurziót tesznek lehetővé.
- A magyar mondatok beágyazott tagmondatát a lejtő dallammenet jellemzi. Ezt jelzik a produkciós és percepciós vizsgálatok eredményei is. A sértett intonációjú tagmondat megfelelő szerkezeti és jelentés-információ esetén a feldolgozás során újraépül.
- Az eseményhez kötött agyi potenciálok jellegzetes komponensei, a CPS és a RAN a prozódiai határok feldolgozását jól követhetővé teszik.
- A CPS és a RAN vizsgálatával kapott eredményeink szerint az értelmetlen mondatok prozódiai határait is automatikusan dolgozza fel az emberi agy. Ez csak akkor képzelhető el, ha van absztrakt prozódiai reprezentáció. Ez az absztrakt reprezentáció mindaddig aktívan segíti a feldolgozást, amíg a prozódia nem sérül.

- A szerkezeti és szemantikai információtól megfosztott értelmetlen mondatoknál a prozódia határ nem azonosítható.
- Egészséges felnőtteknél a szintaktikai és prozódiai határok eltérése a szerkezet újraépítését indítja el, ezt jelzi a P600 EKP komponens megjelenése.
- Az afáziás nyelvi zavar a prozódiai határok automatikus feldolgozását nem érinti, a prozódia sértése szintaktikai korlátozottság esetén más kompenzációs mechanizmust indít el. ép beszédértés esetén a szemantikára támaszkodik a feldolgozás.
- A rekurzió specifikus jelensége, az inherens csoportosítás, csak korlátozottan ragadható meg a verbális és nem verbális produkció akusztikus jellemzőinek elemzésével.

Hivatkozott saját közlemények és a nemzetközi szakirodalmi adatok forrása

- Connolly, J. F., Phillips, N. A. (1994) Event-related potential components reflect phonological and semantic processing of the terminal word of spoken sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 6. 256-266.
- Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (2011) Rekurzió és integráció a prozódiai információk feldolgozásában. In: Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (szerk.) *Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés*, Tinta Kiadó, Budapest, megjelenés alatt
- Eckstein, K., Friederici, A. D. (2005) Late interaction of syntactic and prosodic processes in sentence comprehension as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research*, 25(1):130–143.
- Garami Linda, Honbolygó Ferenc, Barnicskó Valéria, Ragó Anett, Csépe Valéria (2011) Inherens csoportosítási jelenségek fejlődése verbális és non-verbális ingerek esetében. In: Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (szerk.) *Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés*, Tinta Kiadó, Budapest, megjelenés alatt
- Gósy Mária (1979) Akusztikai paraméterek és nyelvi funkció a beszéddallam és a nyomaték percepciójában. *Magyar Fonetikai Füzetek*. 4. 118–37.
- Hauser, M. D., Chomsky, N., Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science*, 298. 1569–1579.
- Hevesi Nikolett, Honbolygó Ferenc, Török Ágoston, Bánréti Zoltán, Hunyadi László, Csépe Valéria (2010) Az intonáció sértésének feldolgozása beágyazott mondatok esetében, *Pszichológia* 30 (4). 273-293.
- Hevesi Nikolett, Honbolygó Ferenc, Török Ágoston, Bánréti Zoltán, Hunyadi László, Csépe Valéria (2010) Az intonáció sértésének feldolgozása beágyazott mondatok esetében (utánnnyomás engedéllyel), In: Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (szerk.) *Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés*, Tinta Kiadó, Budapest, megjelenés alatt
- Honbolygó Ferenc, Török Ágoston, Csépe Valéria (2011) Az intonációs kontúr feldolgozása beágyazott mondatok esetében: EKP eredmények. In: Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (szerk.) *Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés*, Tinta Kiadó, Budapest, megjelenés alatt
- Hunyadi László (2006). Grouping, the cognitive basis of recursion in language. *Argumentum*, 2, 67-

- Hunyadi László (2008). Experimental evidence for recursion in prosody. *Argumentum*, 4, 266-279.
- Olaszy Gábor (2002) A magyar kérdés dallamformáinak és intenzitásszerkezetének fonetikai vizsgálata. *Beszédkutatás* 2002. 83–99.
- Olaszy Gábor (2005) Prozódiai szerkezetek jellemzése a hírfelolvasásban, a mesemondásban, a novella- és a reklámok felolvasásában. In: Gósy Mária (szerk.). – *Beszédkutatás* 2005. 21–50
- Steinhauer, K. (2003) Electrophysiological correlates of prosody. *Brain and Language*. 86. 142-164.
- Steinhauer, K., Alter, K., Friederici, A. D. (1999) Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature Neuroscience*. 22. 191-196.
- Török Ágoston, Honbolygó Ferenc, Csépe Valéria (2011) Az intonációs kontúr manipulációjának feldolgozása afáziában. In: Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (szerk.) *Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés*, Tinta Kiadó, Budapest, megjelenés alatt
- Török Ágoston (2011) Az intonációs kontúr manipulációjának elektrofiziológiai korrelátumai, ELTE PPK Pszichológia MA, szakdolgozat
- Zatorre, R., Belin, P. 2001. Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cerebral Cortex*, 11(10):946–953.
- Yoshida, K. A., Iversen, J. R., Patel, A. D., Mazuka, R., Nito, H., Gervain J., Werker, J. F. (2010). The development of perceptual grouping biases in infancy: A Japanese-English cross-linguistic study. *Cognition*, 115, 356-361.

Készült: Budapest, 2011. április 28.